
A PRÁTICA DO PROFESSOR E A PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA: NOVOS ELEMENTOS PARA REPENSAR ESSA RELAÇÃO^{+*1}

Flavia Rezende

Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde –UFRJ

Rio de Janeiro – RJ

Fernanda Ostermann

Instituto de Física-UFRGS

Porto Alegre – RS

Resumo

O estágio atual da pesquisa em Educação em Ciências tem suscitado a avaliação de seus resultados na literatura internacional. Alguns autores têm sido críticos, apontando dificuldades no que diz respeito principalmente à relação entre os resultados da pesquisa e o seu impacto no contexto educacional. Este trabalho procura ir além dessa constatação, tentando confrontar a prática educacional com a pesquisa em ensino de Física no Brasil. Assim, foram confrontados problemas pedagógicos levantados a partir do discurso de um grupo de 18 professores com a caracterização do ensino de Física a partir da análise dos trabalhos publicados nessa área, no Brasil, em atas dos últimos eventos científicos e em periódicos, no período de 2000 a 2004. Os resultados corroboram a avaliação crítica apresentada na literatura internacional. Caminhos para superar esse quadro no contexto brasileiro podem delinear uma nova agenda para a pesquisa em Ensino de Física que incluiria a parceria entre pesquisadores e professores e a busca de novos objetos de estudo.

⁺ The teacher practice and the research on Physics Teaching :new elements to think this relation over

^{*} *Recebido: maio de 2005.*

Aceito: agosto de 2005.

¹ Apoio: CNPq.

Palavras-chave: *Ensino-aprendizagem de Física, prática docente, pesquisa em ensino de Física.*

Abstract

The current stage of the research on Science Education has been brought to the international literature an evaluation of its results. Some book writers have been critical pointing out the difficulties concerning about the relation between the results of the research and their impact in the educational context. This work has the objective to go beyond this observation, it tries to show the confrontation between the educational practise and the research on Physics Teaching in Brazil. In order to do that , some pedagogical problems were raised from the speeches of a group of 18 teachers characterizing the Physics Teaching from the analysis of papers published in this area, in past years in Brazil, which are registred in the last scientific events minutes and in periodicals from 2000 to 2004. The results prove the critical evaluation presented in the international literature. New ways to overcome this picture in Brazilian context can display a new agenda for the research in Physics Teaching that would include a partnership between researchers and teachers and new subjects of studying.

Keywords: *Teaching-Learning Physics, teaching practise, reserch on Physics Teaching.*

I. Introdução

A trajetória da pesquisa em Educação em Ciências, que compreende um período aproximado de três décadas, já se mostra suficientemente longa para suscitar a reflexão crítica sobre a área. Na literatura internacional, um dos trabalhos propõe um *check-up* da área (JENKINS, 2000) enquanto no Brasil Delizoicov (2004) procura caracterizar a natureza desse campo e de sua produção. Cachapuz (2000) destaca o relativo pouco impacto das pesquisas em Educação em Ciências em países europeus.

Para Jenkins (2000), muitos problemas da pesquisa em Educação em Ciências advêm do fato de que se trata de um campo novo de pesquisa que abrange uma grande diversidade de temas. O autor discute a utilidade dessa pesquisa contrapondo duas diferentes visões: por um lado, a visão empírica muito comum na América do Norte ao longo de todo o século XX que assume a pesquisa em Educação em Ciências como a solução dos problemas a partir de dados objetivos; por outro lado, o autor classifica essa visão como estreita por negligenciar outros tipos de pesquisa em

Educação em Ciências que não visam diretamente à melhoria da prática e também por impor uma abordagem por demais técnica e instrumental do ensino e aprendizagem. Ainda no debate da relação entre a pesquisa em Educação em Ciências e a prática, o autor examina os fatores envolvidos no fato de que a política educacional (nos Estados Unidos, no Reino Unido e na Holanda) seja insuficientemente informada pela pesquisa. Longe de apontar soluções, o autor conclui o trabalho com questões que provocam o debate entre os envolvidos com a pesquisa em Educação em Ciências e o que professores, políticos, pesquisadores, pais e estudantes podem esperar dela.

Ratcliffe et al. (2001) também discutem a relação entre pesquisa em Educação em Ciências no Reino Unido e prática educacional, apontando a necessidade de prover aos professores informação sobre “o que funciona na pesquisa” em uma forma diretamente aplicável por eles nas escolas. Um dos argumentos é que a Educação em Ciências deveria procurar abordagens baseadas em evidências, em uma clara analogia com a área médica, na qual as ações e decisões dos profissionais são baseadas em protocolos aceitos, apoiados por evidências explícitas. A partir de um estudo cujo objetivo principal foi verificar em que medida os resultados de pesquisa constituem uma evidência sobre a qual professores organizam suas práticas educacionais, foi concluído, ainda que de forma preliminar, que há uma fraca correlação entre evidências de investigação e trabalho docente.

Em outro trabalho dedicado à discussão da integração entre pesquisa em Educação em Ciências e prática docente, Millar e Hames (2003) procuraram desenvolver uma abordagem “menos vertical” para aumentar o impacto da pesquisa sobre a prática. No lugar de comunicar resultados de pesquisa a professores, os autores buscaram disponibilizar uma coleção de instrumentos e ferramentas utilizada pelos pesquisadores para que os professores pudessem coletar evidências da aprendizagem dos estudantes. Esse procedimento poderia facilitar o levantamento de informações diagnósticas a respeito de suas próprias aulas e melhorar o impacto da pesquisa sobre a prática. Um dos resultados desse estudo é o fato de que os professores envolvidos (voluntários) utilizaram algum tipo de material disponibilizado, o que demonstrou um caminho frutífero de aproximação entre pesquisadores e práticas escolares.

Como uma forma de superar o relativo pouco impacto desses estudos sobre as práticas escolares, Delizoicov (2004) propõe a busca da sintonia entre problemas enfrentados pelas escolas e pela educação brasileira e as questões de pesquisa. Um caminho proposto pelo autor seria incorporar nas publicações a discussão sobre possíveis impactos educacionais, que incluiriam motivações, pretensões, implicações mesmo nos casos em que não se consiga identificar claramente o contexto de sua possível implementação. Por outro lado, o autor reconhece a complexidade desta relação e questiona o papel desempenhado pelos resultados da pesquisa em Educação em Ciências oriundos de um dado contexto diferente da realidade onde se insere a prática docente.

II. Problemas da prática do professor

Mas, o que são problemas? Problemas resultam de qualquer situação na qual um indivíduo procura satisfazer uma necessidade ou realizar um objetivo. No entanto, essa situação só se constituirá de fato num problema quando houver uma “necessidade sentida” (ARLIN, 1989 apud JONASSEN, 1997) que motiva as pessoas a buscarem uma solução para eliminar discrepâncias.

Em relação à prática de professores das ciências, Porlán e Rivero (1998) apontam os seguintes problemas: a) a escassa integração de diferentes tipos de conhecimentos (científicos, sociais, pessoais, metadisciplinares) na formulação dos conteúdos; b) o grau de flexibilidade do plano de atividades, por vezes muito detalhado, fechado e rígido e em outro extremo, pouco detalhado e totalmente aberto; c) a visão simplificadora da avaliação entendida ora como uma medição objetiva do grau de entendimento acadêmico dos alunos ora como uma impressão subjetiva sobre as atitudes e o esforço do aluno.

Por outro lado, a relação entre os problemas da prática docente e a pesquisa acadêmica vem sendo analisada criticamente por autores como Zeichner (1998). Esse autor chama a atenção para a separação que existe, atualmente, entre o mundo dos professores nas escolas e o mundo dos pesquisadores acadêmicos já que muitos professores não procuram a pesquisa para instruir e melhorar suas práticas e muitos acadêmicos se envolvem com os professores apenas com o objetivo de gerar dados para seus trabalhos científicos. Segundo Zeichner (1998), essa desintegração pode ser vista pela ausência do professor em vários momentos da pesquisa: a) na escolha das questões a serem investigadas; b) na elaboração do projeto; c) no processo de coleta de dados ou na sua análise e interpretação; e d) no compartilhamento dos resultados. Na mesma linha, Taber (2000) argumenta que muita pesquisa é desenvolvida em educação mas que são poucos professores que consideram essa pesquisa relevante. O autor argumenta que os professores se beneficiariam se pudessem se envolver mais ativamente na pesquisa educacional.

O presente trabalho pretende trazer novos elementos para a reflexão sobre a relação entre os resultados da pesquisa acadêmica e a prática do professor, propondo o confronto entre problemas da prática pedagógica do professor de física com o que a pesquisa em ensino-aprendizagem de física tem proporcionado nos últimos anos.

Esse caminho é orientado, basicamente, pelas seguintes questões: Quais são os problemas da prática pedagógica do professor de Física? Como se caracteriza o ensino e a aprendizagem de Física segundo a pesquisa em ensino de Física no Brasil no período de 2000 a 2004? Em que medida essa pesquisa responde aos problemas da prática pedagógica do professor de Física?

III. Metodologia

O estudo foi realizado em três etapas: na primeira, foram levantados problemas da prática pedagógica de professores de física; na segunda, foi caracterizada a temática “Ensino-aprendizagem de Física” segundo a pesquisa; e na terceira os resultados dessas etapas foram confrontados para se identificarem encontros e desencontros. A metodologia de cada etapa é descrita a seguir.

III.1 Levantamento dos problemas

Esta etapa da metodologia se baseia em um estudo qualitativo (REZENDE et al., 2004) que investigou o discurso de 18 professores de Física de 8 escolas da rede pública de diferentes bairros do município do Rio de Janeiro. Foi usado um protocolo (Quadro 1) que propõe questões gerais sobre a prática pedagógica e temas específicos em função do panorama educacional de hoje, como por exemplo, as reformas curriculares propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998) e a introdução das tecnologias da informação e comunicação no ensino, para que os professores discorressem a respeito e assim fosse possível explorar a percepção que os professores têm de sua prática pedagógica, de suas dificuldades e dos problemas enfrentados.

Quadro 1 - Protocolo usado para as entrevistas

QUESTÕES ABERTAS	TEMAS ESPECÍFICOS
<ul style="list-style-type: none">• Como você avalia sua prática pedagógica?	<ul style="list-style-type: none">• Inovações curriculares
<ul style="list-style-type: none">• Como você avalia a aprendizagem de seus alunos?	<ul style="list-style-type: none">• Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino

As entrevistas foram gravadas e transcritas. A análise de conteúdo do discurso dos professores (BARDIN, 1994) permitiu levantar os principais temas e identificar problemas da prática pedagógica enfrentados por eles. Esse processo envolveu três fases: a pré-análise; a exploração do material; e a análise e interpretação dos resultados.

Na pré-análise foi realizada uma leitura flutuante do material para, de acordo com o objetivo e questões de estudo, definir a unidade de registro ou índice. Esta unidade foi entendida como uma unidade de significação a ser codificada visando a categorização. Utilizou-se o tema como unidade de registro por ser a unidade considerada adequada a estudos que envolvem atitudes, valores, opiniões e percepções.

Na fase de exploração do material foi realizado o processo de codificação pelo recorte dos textos em temas, os quais foram enumerados para se chegar a uma correspondência entre a sua presença/ausência e os significados inferidos. Os temas

foram classificados e reagrupados permitindo a construção de um sistema de categorias baseado no significado desses.

A fase de análise e interpretação dos resultados caracterizou-se pelas inferências e interpretações realizadas a partir da análise de avaliação (BARDIN, 1994) cujo objetivo foi interpretar a carga avaliativa atribuída pelos professores aos temas levantados na etapa anterior, identificando-se assim os problemas. Para isso, foram considerados somente os enunciados que exprimissem uma avaliação ou atitude² dos professores entrevistados em relação à sua prática.

É claro que o conjunto de problemas resultante dessa pesquisa não esgota a totalidade dos problemas enfrentados pelos professores de Física das escolas públicas brasileiras. No entanto, o nível de aprofundamento conseguido por entrevistas possibilitou encontrar um grande número de problemas que provavelmente refletem a realidade da maioria dos professores da rede pública.

III.2 Caracterização do ensino-aprendizagem de Física

A caracterização do ensino e da aprendizagem de Física seguiu a seguinte metodologia: a) levantamento do universo de trabalhos a ser analisado; b) definição das temáticas pesquisadas; c) classificação dos trabalhos segundo as temáticas e d) delineamento das tendências relativas aos processos de ensino e de aprendizagem de Física.

Levantamento do universo de trabalhos a ser analisado

O universo de trabalhos é composto pelo total de trabalhos publicados nas atas dos últimos eventos científicos da área realizados no Brasil (VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, XV Simpósio Nacional de Ensino de Física e IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências³) e nos principais periódicos brasileiros da área (Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira em Ensino de Física; Revista de Pesquisa em Educação em Ciências; Revista Ciência&Educação e Revista Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências) publicados no período de 2000 a 2004.

Artigos que relatam experiências em sala de aula foram incluídos bem como descrições de experimentos de laboratório.

² Uma atitude é uma pré-disposição para reagir sob forma de opiniões ou de atos em presença de pessoas, idéias ou acontecimentos, intensidade e direção. Pode ser a favor ou contra, favorável ou desfavorável.

³ Do total de trabalhos apresentados neste evento, foram considerados aqueles que focalizam a disciplina Física.

Além dos trabalhos publicados em língua estrangeira e aqueles dirigidos exclusivamente aos pesquisadores, foram excluídos aqueles cujos objetos de estudo são: conteúdo de Física não reelaborado para a formação do professor ou para o ensino-aprendizagem de nível médio; ciências no ensino fundamental; ensino superior, exceto quando voltados para cursos de licenciatura em Física.

Definição das temáticas pesquisadas

A definição das temáticas foi feita a partir da composição das temáticas segundo as quais foram submetidos os trabalhos no VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física e no XV Simpósio Nacional de Ensino de Física. O conjunto de temáticas resultante é composto por: a) Ensino-Aprendizagem de Física; b) Formação do professor de Física; c) Filosofia, História e Sociologia da Ciência no ensino de Física; d) Educação em espaços não-formais e divulgação científica; e) Ciência, Tecnologia e Sociedade; f) Alfabetização científica e tecnológica e ensino de Física; g) Currículo e inovação educacional; h) Políticas educacionais; i) Interdisciplinaridade e ensino de Física; j) Arte, cultura e educação científica.

Classificação dos trabalhos segundo as temáticas

A classificação dos trabalhos foi feita a partir da análise do conteúdo de seus resumos e visou, fundamentalmente, levantar seus objetos de estudo e, assim, identificar a principal temática na qual cada trabalho se encaixava. Nesse processo, foram identificados trabalhos que, por não se encaixarem nas temáticas inicialmente definidas, levaram à criação das temáticas “Discurso em Educação em ciências” e “Ensino de Física para deficientes físicos”, que foram acrescentadas à lista definida anteriormente.

Caracterização do ensino e da aprendizagem de Física

O ensino e a aprendizagem de Física foram caracterizados por meio da análise do conteúdo dos resumos de todos os trabalhos classificados na temática Ensino-Aprendizagem. Para caracterizar o ensino e a aprendizagem de Física, segundo as pesquisas analisadas, buscou-se levantar os objetos de estudo e os referenciais teóricos utilizados. O caráter subjetivo desse processo foi assumido como parte da metodologia de pesquisa.

Se por um lado, a análise apenas do resumo limita os resultados, pois nem sempre os resumos refletem fielmente o que foi realizado no trabalho, por outro lado, permite a abrangência e a visão geral da área.

A partir dessa análise, foram identificadas, para fins de organização dos resultados, as seguintes subtemáticas: Referenciais teóricos para o ensino e a aprendizagem; Resolução de Problemas; Metodologias/Estratégias de ensino-

aprendizagem; Levantamento de dificuldades conceituais/concepções; Avaliação da aprendizagem; Recursos didáticos⁴; Laboratório didático de Física; Conteúdos reelaborados para o ensino médio. Essas subtemáticas não foram construídas a priori, mas sim, a medida em que os resumos eram analisados à luz das linhas de pesquisa da área de ensino de Física. Quando um dado trabalho pôde ser classificado em mais de uma subtemática, buscou-se identificar seu foco principal. Alguns trabalhos⁵ foram citados para fins de exemplificação de cada subtemática.

Confrontação⁶ entre problemas da prática pedagógica do professor de Física e o ensino e a aprendizagem de Física segundo a pesquisa

Em relação a cada problema levantado a partir do discurso do professor, foram identificados, na caracterização do ensino e a aprendizagem de Física, encontros e desencontros, segundo as seguintes categorias: encontro: quando o problema é contemplado totalmente (encontro total) ou em parte (encontro relativo) pela pesquisa e desencontro: quando o problema não é contemplado pela pesquisa.

IV. Problemas enfrentados por professores para ensinar Física na Escola Pública

Os temas extraídos da análise do discurso dos professores entrevistados foram agrupados semanticamente segundo as categorias “Condições Estruturais”, “Currículo” e “Ensino-Aprendizagem”.

⁴ Os trabalhos sobre recursos didáticos que utilizam as tecnologias da informação e comunicação foram incluídos nesta subtemática apesar de, ultimamente, constituírem uma temática específica nos eventos, em função do crescente número de trabalhos submetidos sobre o assunto.

⁵ Usaram-se as legendas sobrescritas (a), (b), (c) e (d) para identificar respectivamente os trabalhos apresentados nos eventos: VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física; XV Simpósio Nacional de Ensino de Física; IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. As legendas sobrescritas (e), (f), (g), (h), (i) e (j) foram usadas para identificar respectivamente os trabalhos publicados nos periódicos: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Física; Revista de Pesquisa em Educação em Ciências; Revista Ciência & Educação e Revista Ensaio–Pesquisa em Educação em Ciências.

⁶ A confrontação foi analisada sem considerar o problema do acesso do professor a estes trabalhos.

A categoria “Condições Estruturais” diz respeito a um conjunto de significações manifestas no discurso dos professores sobre as condições de trabalho, as condições concretas da escola pública e aspectos sócio-culturais de sua clientela. No âmbito deste trabalho, os temas da categoria Condições Estruturais, não desenvolvidos individualmente em problemas, são considerados como o contexto onde os problemas da prática pedagógica ocorrem.

Na categoria “Currículo” foi alocado um conjunto de temas que estão direta/indiretamente relacionados a questões atuais que preocupam os professores de ciências, principalmente trazidas pelas reformas curriculares propostas pelo MEC (BRASIL, 1998) no final da década de 90 e à atualização científica dos conteúdos e inovações curriculares.

A categoria “Ensino-Aprendizagem” englobou temas relativos tanto a aspectos teóricos quanto práticos do trabalho do professor. Também foram agrupados nessa categoria, características do aluno da escola pública, como por exemplo, suas deficiências e falta de perspectiva profissional.

Os problemas identificados pela análise de avaliação de cada um dos temas da categoria Ensino-aprendizagem são resumidos a seguir.

IV.1 Insatisfação com os métodos tradicionais de ensino

Os professores estão conscientes de que ensinam de forma tradicional, seja pela falta de tempo para planejamento, por não saberem como mudar ou por se sentirem inseguros para tal e demonstram insatisfação com seus métodos de ensino e sua prática pedagógica. O ensino tradicional (de Física) é freqüentemente associado ao excessivo formalismo matemático.

IV.2 Insuficiência do livro-texto

A maioria dos professores relata a dificuldade que têm para adotar um livro, pois os alunos não têm condições para comprá-lo. Um professor mencionou que, como os alunos não compram o livro, ele tem de colocar todo o seu conteúdo no quadro-negro. Além disso, o livro-texto é considerado muitas vezes insuficiente, principalmente quando é o único material educativo utilizado.

IV.3 Dificuldades para usar o laboratório didático de Física

Quando existem laboratórios nas escolas, os professores ressaltam sua importância para demonstração dos conceitos e leis físicos, mas reconhecem a falta de

tempo para preparar os experimentos e a dificuldade para desenvolver atividades que levem à efetiva aprendizagem em função do grande número de alunos por turmas.

IV.4 Dificuldades para usar as tecnologias da informação e comunicação

Alguns professores reconhecem a dificuldade que têm para usar as tecnologias da informação e comunicação no ensino apesar de considerarem importante tentar incorporá-las. Um professor se cobrou essa competência e o papel de mostrar ao aluno como usá-las. A falta de recursos físicos e humanos na escola para isso também é apontada como um obstáculo. Outros professores admitem que não gostam e que não estão interessados em usar essa tecnologia para ensinar.

IV.5 Dificuldade para transpor as teorias de aprendizagem para a sala de aula

Alguns professores demonstram que têm conhecimento sobre teorias de aprendizagem, como por exemplo, o construtivismo, e valorizam sua aplicação no ensino. Entretanto, apontam a dificuldade de transpor esse conhecimento para a prática de sala de aula, alegando principalmente o número excessivo de alunos por turma.

IV.6 Dificuldade para contextualizar o conteúdo

É recorrente no discurso de alguns professores a dificuldade em relacionar o conteúdo teórico a fenômenos do cotidiano. A associação de um conhecimento formal descontextualizado do livro-texto à realidade não se apresenta como um processo simples.

IV.7 Pouco tempo para planejamento da avaliação da aprendizagem

Os professores comparam a avaliação na escola particular, que é rígida e determinada pela direção, com a realizada na escola pública, que é muito flexível e em geral, determinada pelo professor. Entretanto, mencionam a prova como instrumento mais utilizado, considerado o pouco tempo que podem dedicar à avaliação.

IV.8 Dificuldades decorrentes do Vestibular

Os professores manifestam a dificuldade de buscar trabalhar o conteúdo de forma diferente da tradicional (ênfasis no aspecto conceitual e tendo como único

compromisso a aprendizagem) e ter de implementar um currículo que visa ao vestibular, encarado como adestramento. Um professor considera que seria possível equilibrar as duas orientações, apesar de reconhecer que não sabe como fazer isso.

IV.9 Deficiências cognitivas do aluno

Foi possível perceber que o que mais chama a atenção dos professores, quando se referem ao aluno, são as suas deficiências cognitivas, que impedem a aprendizagem. A falta de conhecimentos gerais do aluno da escola pública é motivo de preocupação dos professores de Física, especialmente a falta de base em Matemática. Eles mencionam também a deficiência dos alunos no que diz respeito à leitura e compreensão dos enunciados dos problemas e a dificuldade para solucioná-los.

IV.10 Atitude desfavorável do aluno

Os professores consideram a atitude do aluno em relação à Física, de um modo geral, negativa e se referem ao quanto essa atitude impede o desenvolvimento conceitual. Um professor mencionou a dificuldade para enfrentar essa pré-disposição do aluno e tentar quebrar os preconceitos.

IV.11 Falta de perspectiva e de interesse do aluno

Os professores mencionam que os alunos da escola pública, hoje, de uma maneira geral, não têm interesse em aprender, pois não acreditam que a educação garanta seu futuro profissional. A perspectiva dos alunos do interior é ainda menor, restringido-se à conclusão do nível médio. Nesse contexto, alguns professores reconhecem que a escola pública está distante da realidade dos alunos e que precisaria mudar.

IV.12 Indisciplina do aluno

Os professores queixam-se do mau comportamento freqüente dos alunos hoje em dia e do acúmulo de papéis que têm que desempenhar por também terem que educá-los para o convívio social.

V. O ensino e aprendizagem de Física segundo a pesquisa

O delineamento do ensino e aprendizagem de Física segundo os trabalhos de pesquisa revistos foi organizado segundo as subtemáticas identificadas na seção anterior.

V.1 Referenciais teóricos para o ensino-aprendizagem

O construtivismo continua sendo defendido como referencial teórico para o ensino-aprendizagem de Física (QUEIROZ; LIMA, 2004^d). O referencial piagetiano ainda respalda trabalhos sobre a construção de conceitos, como, por exemplo, os trabalhos de Arruda e Carneiro (2003^c) e Carneiro (2003^c). Grande parte dos trabalhos analisados nas demais subtemáticas corroboram a defesa deste referencial assumindo-o como base teórica de suas propostas, seja explícita ou implicitamente. No entanto, aparecem, pela primeira vez, no Brasil, análises críticas de seus pressupostos (MATTHEWS, 2000^e; LABURÚ, 2001^e).

Percebe-se a continuidade de referenciais cognitivistas, como por exemplo, o dos modelos mentais integrado à teoria dos campos conceituais de Vergnaud (MOREIRA, 2002^f), o do referencial psicanalítico (ARRUDA et al., 2004^e), o da pedagogia histórico-crítica (ROSELLA; CALUZI, 2004^d), assim como a introdução de novos referenciais, como por exemplo, a complexidade de Edgar Morin (CALUZI; ROSELLA, 2003^c), a fenomenologia (MOREIRA; BORGES, 2004^d) e a teoria das representações sociais (SILVA, 2004^d). A partir do referencial construtivista, encontrou-se também uma análise crítica do referencial da mudança conceitual (AGUIAR, 2001^j) e uma revisão sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação no ensino das ciências (REZENDE, 2000^j).

Nota-se pouca preocupação com a reflexão sobre conceitos presentes nos documentos legais que respaldam a atual reforma curricular, como por exemplo, Ricardo (2003^c) que estudou com base nas idéias de Freire e Fourez os conceitos de problematização e contextualização.

V.2 Resolução de problemas

A resolução de problemas de Física tem servido de orientação tanto para a elaboração de estratégias didáticas segundo o modelo de Gil-Pérez (CLEMENT et al., 2003^b) quanto para estudos, desenvolvidos desde a década de 80, dos processos cognitivos. Nessa linha, foram encontrados trabalhos, como por exemplo, a investigação da forma de pensar dos estudantes a partir da resolução de problemas (BORGES et al., 2002^a) e a comparação entre um problema resolvido por especialistas e por novatos (SOUSA; FÁVERO, 2002^a).

V.3 Metodologias e estratégias

A legislação educacional é frequentemente citada nos trabalhos sobre metodologias de ensino. Essa influência aparece em vários aspectos dos trabalhos, como por exemplo: na conformidade explícita do objetivo dos trabalhos à legislação, e implícitas, quando são citados, por exemplo, ensino por projetos, conceitos de cotidiano do aluno, relação da Física com aplicações tecnológicas, competências e habilidades (a partir das idéias de Perrenoud), interdisciplinaridade e contextualização.

O levantamento de concepções prévias dos estudantes é amplamente aceito como ponto de partida das estratégias de ensino, o que mostra a influência da perspectiva construtivista e do movimento das concepções alternativas. A história da ciência é utilizada em vários trabalhos (FUZINATO et al., 2003^b, TEIXEIRA et al., 2003^b, BATTAGLINI, 2003^b) como referencial para a proposta de metodologias de ensino. O uso de analogias também continua servindo como metodologia para o ensino da Física, como por exemplo, para o ensino de circuitos elétricos (SILVA; QUEIROZ, 2003^b), o ensino de Óptica (TERRAZAN et al., 2003^c) e de Eletricidade (SILVA et al., 2004^d).

O referencial ausubeliano tem despertado grande interesse nos físicos que ingressam na área educacional, sendo adotado principalmente no que diz respeito ao uso de organizadores prévios como parte da metodologia para o ensino da Mecânica e da Óptica (SOUZA et al., 2003^b; CASTRO; SANTOS, 2003^b), da Eletrostática (OLIVEIRA; SANTOS, 2003^b) e dos conceitos de campo elétrico e magnético (MAGALHÃES et al., 2002^e).

A dinâmica de grupos de alunos e as suas relações com as intervenções do professor foram investigadas a partir da perspectiva psicanalítica (BARROS et al., 2001^h; BARROS; VILLANI, 2004^f; JULIO; VAZ, 2004^d).

A utilização do teatro (OLIVEIRA; ZANETIC, 2004^d), de histórias em quadrinhos (TESTONI; ABIB, 2004^d), de textos paradidáticos (ASSIS; TEIXEIRA, 2004^d), de por alunos (VINHA et al., 2004^d) apontam como novas propostas metodológicas a serem utilizadas no ensino de Física.

V.4 Levantamento de dificuldades conceituais/concepções

Um número significativo dos trabalhos analisados tem como objetivo levantar dificuldades conceituais e concepções de alunos, o que mostra que esse tema continua sendo explorado pelos pesquisadores em ensino de Física. Dentre esses estudos estão o levantamento das concepções sobre: a corrente elétrica (PACCA et al., 2003^e), a condução elétrica (CAMEL; PACCA, 2004^d), luz e cor (MELCHIOR; PACCA, 2004^d), a relação entre força e movimento (SOUZA; MOREIRA, 2004^d), a formação de imagens em espelhos côncavos (TALIM, 2004^d) e a natureza da ciência

com base na epistemologia de Laudan (GURIDI et al., 2003^c). Também foi pesquisado o que os alunos pensam acerca dos microcomputadores e sua contribuição para a aprendizagem (TAGIKU; KAWAMURA, 2004^d) e aspectos motivacionais que atuam na relação professor-aluno nas aulas de Física (SILVA; PACCA, 2004^d).

Fazem parte desse conjunto os levantamentos de concepções de licenciandos e professores sobre: a natureza da ciência (RIBEIRO; KAWAMURA, 2004^d), a relação entre modelos da ciência e realidade (HIGA; HOSOUME, 2004^d), concepções didáticas (FROTA; FERREIRA, 2004^d, HARRES et al., 2004^d), força e movimento (CUNHA; CALDAS, 2001^g) e energia cinética e momento linear à luz da história da ciência (MEDEIROS, 2001^j).

As terminologias utilizadas no levantamento de concepções refletem uma diversidade de referenciais teóricos, tais como barreiras conceituais no estudo do tema luz e visão (MELCHIOR; PACCA, 2003^b), modelos pessoais a partir das concepções prévias de energia (VALE-BARBOSA, 2002^a), construção do conceito de tempo a partir da idéia de perfil epistemológico (MARTINS; PACCA, 2003^c; MARTINS; PACCA, 2004^d) e o estudo do entendimento por parte dos alunos dos conceitos de sistema de referência e movimento relativo baseado no modelo cognitivo estrutural (AMANTES; BORGES, 2004^d).

Estudos teóricos dentro desta subtemática incluem uma revisão da literatura sobre concepções alternativas na área de mecânica (REZENDE; SOUZA BARROS, 2001^h) e um estudo sobre a elaboração de uma proposta de perfil conceitual para a noção de calor a partir da literatura (AMARAL; MORTIMER, 2001^h).

V.5 Avaliação da aprendizagem

Foi encontrado apenas um trabalho que tem como objeto de estudo a avaliação da aprendizagem que é conduzida por professores nas escolas (TALIM; OLIVEIRA, 2003^a). As dificuldades para elaborar testes significativos coerentes com metodologias propostas pela pesquisa e a análise crítica da avaliação do desempenho em moldes comportamentalistas que, em geral, é utilizada, não são alvo de preocupação dos pesquisadores.

Por outro lado, outros instrumentos de avaliação são objeto dos pesquisadores, como por exemplo, um teste para detectar concepções alternativas em mecânica (LOTTIS et al., 2003^b), mapas conceituais como instrumentos de avaliação da aprendizagem (ALMEIDA et al., 2003^c), uma escala de atitudes dos alunos em relação à Física (TALIM, 2003^c; TALIM, 2004^e), testes de desempenho que consideram fatores como complexidade do problema, conhecimento teórico e modelo de causalidade (GOMES; BORGES, 2004^d) e estratégias de auto-avaliação (TALIM, 2004^d). Questões de Física das provas do vestibular de instituições de ensino superior foram analisadas tendo como referência os PCN (FERNANDES; MOREIRA, 2004^d).

V.6 Recursos didáticos

Em geral, percebe-se nos trabalhos sobre recursos didáticos que há preocupação em atender à proposta dos PCN, tanto na elaboração de experimentos como na análise de livros didáticos e na elaboração e utilização de textos sobre conteúdos de Física. A legislação parece desempenhar, em alguns trabalhos, o papel de referencial teórico.

A maior parte dos trabalhos⁷ que descrevem recursos didáticos dizem respeito à construção de experimentos com materiais de baixo custo que visam atividades demonstrativas na sala de aula ou no laboratório, em geral, com pouca discussão sobre a fundamentação teórica para esta metodologia de ensino.

Recursos didáticos que incorporam as tecnologias da informação e comunicação têm merecido cada vez mais espaço nas publicações, principalmente nas atas dos eventos. O uso do computador para aquisição automática de dados no laboratório didático (CATELLI et al., 2003^b; FIGUEIRA; VEIT, 2004^g) e para modelagem de fenômenos físicos, o desenvolvimento de sistemas hipermídia de aprendizagem (REZENDE, 2001^e; MACHADO; SANTOS, 2004^l), um sistema que utiliza técnicas de realidade virtual (NAKAMOTO et al., 2004^d) e as possibilidades e limitações das simulações na aprendizagem de Física (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002^g; REZENDE et al., 2003^b) são alguns dos temas investigados.

As dificuldades encontradas no processo de elaboração de um programa multimídia visando o ensino de fenômenos térmicos foram estudadas por Amarante et al., (2004^d) e as imagens interativas conhecidas como *applets* foram analisadas do ponto de vista discursivo com aportes também da semiótica e da teoria da comunicação (SILVA; COLARES FILHO, 2004^d).

Uma pequena parte de trabalhos analisa livros didáticos buscando entender como são desenvolvidos conteúdos como, por exemplo, a corrente elétrica (SAPONARA et al., 2003^b), os princípios de conservação (FILHO; PIETROCOLA, 2003^b) e a relatividade restrita (OSTERMANN; RICCI, 2002^e; OSTERMANN; RICCI, 2004^e). Outros aspectos conceituais dos livros didáticos são objetos de análise, como a incorporação da epistemologia e da história da ciência (MEDEIROS; MONTEIRO, 2002^d), as atividades experimentais na área de eletromagnetismo (SOUZA FILHO; GRANDINI, 2004^d) e a presença da ciência nacional e a contribuição de seus cientistas (SANTOS NETO; PIETROCOLLA, 2004^d).

Vídeos elaborados para o ensino de Óptica (VERGARA; BUCHWEITZ, 2002^a) ou para serem utilizados como organizadores prévios para o ensino de Física Térmica (PEREIRA; SOUZA BARROS, 2003^c) são descritos como recursos didáticos

⁷ A maioria destes trabalhos foi publicada nas atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física e no volume especial de 2004 do Caderno Brasileiro de Ensino de Física que reúne trabalhos publicados ao longo dos últimos 20 anos nesta revista sobre atividades experimentais acessíveis e de fácil implementação nas aulas de Física.

para o ensino de Física. A discussão de experimentos históricos e o uso de jogos como Role Playing Games e jogos de corridas também foram explorados em trabalhos nesta subtemática.

V.7 Laboratório didático de Física

Alguns autores analisam o papel do laboratório no ensino de Física, como, por exemplo, Arruda et al. (2001^e), fundamentado na epistemologia de Kuhn e Alves (2004^e), a partir do conceito de transposição didática. Grande parte dos estudos refere-se a diferentes aspectos da aprendizagem do aluno em atividades de laboratório, como, por exemplo, o comportamento dos estudantes frente a situações inesperadas (BORGES, 2002^a), o que os alunos aprendem a partir de atividades não dirigidas (BORGES, 2002^e) e usando roteiros abertos (HERNANDES et al., 2002^a). Outros trabalhos discutem atividades de laboratório que aproximam o aluno do fazer ciência (SERÉ et al., 2004^e), que priorizam a manipulação de interpretações e idéias (BORGES, 2004^e) e a reflexão sobre o que o aluno está fazendo (BORGES; RODRIGUES, 2004^d) ou se baseiam na abordagem construtivista (ALVES, 2002^a).

Também são objetos de estudos no contexto do laboratório didático de Física a aprendizagem de conteúdos procedimentais (INSAUSTI; MERINO, 2000^f), os objetivos identificados pelos estudantes nas atividades (SÁ; BORGES, 2003^c; SÁ; BORGES, 2004^d) e as intervenções docentes analisadas à luz das proposições de Winnicott (BAROLLI; FRANZONI, 2004^d).

V.8 Conteúdos reelaborados para o nível médio

Na reelaboração de conteúdos para o ensino médio, a legislação desempenha o papel de referencial teórico, principalmente por meio da idéia de contextualização, entendida como o estabelecimento de relações entre os conteúdos de Física e a vida cotidiana do aluno. A Física clássica é mais explorada do que a moderna e contemporânea, como por exemplo, nos trabalhos de Damião et al., (2003^b), Silveira et al. (2004^g), Meira et al. (2003^b), Dias et al. (2004^g) e Cindra e Teixeira (2004^e).

VI. Confrontando os problemas com o ensino e a aprendizagem de Física segundo a pesquisa

Nesta seção, confrontam-se os problemas da prática pedagógica do professor de física com o ensino-aprendizagem de física segundo a pesquisa no Brasil.

VI.1 Insatisfação com os métodos tradicionais de ensino: um encontro relativo

Percebe-se que a pesquisa em ensino contribui fortemente para a inovação metodológica com propostas inovadoras teoricamente fundamentadas. De alguma forma, essas pesquisas enfatizam o aspecto conceitual da Física, o que estaria contemplando a preocupação dos professores com o excessivo formalismo matemático.

Entretanto, os resultados da pesquisa, embora relevantes, são, neste caso, insuficientes para levar o professor a deles se apropriar em sua prática, dadas suas reais condições de trabalho.

VI.2 Insuficiência do livro-texto: um encontro relativo

A questão do livro-texto no ensino de Física é complexa, pois o próprio conteúdo dos textos é criticado pelo professor e, mesmo assim, é o único material didático disponível e espinha dorsal do seu trabalho. Além disso, sua utilização é restringida pelo baixo poder aquisitivo dos alunos.

O encontro entre essa problemática e a pesquisa é raro, uma vez que, como alvo de análise dos pesquisadores, o livro-texto não é um objeto de estudo valorizado e freqüente nos trabalhos sobre recurso didático. Quando isso acontece, a ênfase da análise recai sobre questões específicas e não sobre o papel do livro-texto na prática do professor.

VI.3 Dificuldades para usar o laboratório didático de Física: um encontro relativo

Os professores que contam, na escola, com um espaço físico próprio para o laboratório didático de Física se queixam da falta de condições técnicas para usá-lo e das dificuldades de incorporá-lo às suas aulas, dado o grande número de alunos por turma.

Os pesquisadores preocupam-se com o laboratório didático, apesar desse servir, em geral, como mais um contexto para estudar os processos cognitivos do aluno ou para reflexão teórica sobre o ensino de Física. Por outro lado, são também propostas novas formas de uso do laboratório e uma grande quantidade de trabalhos sobre experimentos com material de baixo custo que tentam se enquadrar nas condições reais da prática do professor.

VI.4 Dificuldades para usar as tecnologias da informação e comunicação: um encontro relativo

Há um certo encontro entre o problema dos professores relativo ao uso das tecnologias da informação e comunicação e a pesquisa, já que este tema tem obtido maior espaço nas publicações. Entretanto, esses trabalhos não priorizam aspectos considerados relevantes pelo professor, como por exemplo, a dificuldade em integrá-las à prática, considerando as condições precárias das escolas.

VI.5 Dificuldade para transpor as teorias de aprendizagem para a sala de aula: um encontro relativo

Apesar da pesquisa em ensino de Física fornecer vários referenciais teóricos para o ensino-aprendizagem e metodologias que os levam em conta esses referenciais, as condições reais de trabalho dos professores, como por exemplo o número excessivo de alunos por turma, são consideradas limitadoras para a sua aplicação.

Pôde-se observar que o construtivismo é um referencial comum entre os professores (apesar de não ser incorporado na prática) e os pesquisadores, embora esse termo seja usado pelo professor apenas como um jargão, sem compromisso com qualquer teórico considerado construtivista.

VI.6 Dificuldade para contextualizar o conteúdo: um encontro total

Atualmente, é importante, para o professor de Física, contextualizar o conteúdo, o que pode ser reflexo da influência dos PCN. Apesar de considerar esta contextualização relevante, o professor tem dificuldade para implementá-la.

A preocupação com a contextualização também está presente em várias das subtemáticas da temática “Ensino-aprendizagem de Física”, o que mostra a convergência entre interesses dos pesquisadores e necessidades dos professores.

VI.7 Pouco tempo para planejamento da avaliação da aprendizagem: um desencontro

Apesar de ser um aspecto do ensino muito importante para o professor, a avaliação é um tema muito pouco estudado pela academia, o que configura um desencontro. Nos poucos trabalhos encontrados sobre o assunto, percebeu-se que os instrumentos de avaliação propostos pelos pesquisadores (mapas conceituais, teste para

detectar concepções dos alunos, escala de atitudes) diferem significativamente daqueles usados pelos professores, que em geral, seguem os moldes tradicionais.

VI.8 Dificuldades decorrentes do vestibular: um desencontro

O vestibular não é contemplado como um dos condicionantes do ensino de Física de nível médio nos estudos analisados. É identificado nessa ausência um grande desencontro entre os problemas da prática pedagógica do professor de Física e os objetos de estudo da pesquisa, pois o vestibular representa um dos parâmetros mais importantes para o seu trabalho.

VI.9 Deficiências cognitivas do aluno: um desencontro

Enquanto o pesquisador se detém no estudo das dificuldades conceituais dos alunos, entendidas, em geral, como concepções alternativas, tanto conceituais quanto epistemológicas, o professor ressent-se principalmente da precária formação que o ensino fundamental dá ao aluno, causando, por exemplo, dificuldades relacionadas às linguagens matemática e escrita. Esta diferença de entendimento configura um desencontro.

VI.10 Atitude desfavorável do aluno: um desencontro

Esse problema da prática do professor é pouquíssimo explorado como tema de pesquisa, o que pode refletir o viés cognitivista da pesquisa que não tem enfatizado os aspectos afetivos relacionados à aprendizagem.

VI.11 Falta de perspectiva e de interesse do aluno: um desencontro

A falta de perspectiva do aluno da escola pública, realidade enfrentada pelos professores, remete a um problema educacional mais amplo, de cunho social e político, que não tem sido preocupação da pesquisa em ensino de Física. Por outro lado, os aspectos afetivos envolvidos no interesse do aluno têm merecido pouca atenção dos pesquisadores.

VI.12 Indisciplina do aluno: um desencontro

Os problemas relacionados ao comportamento do aluno, que traz desafios para o professor como educador, não têm sido preocupação dos pesquisadores em ensino de Física. Provavelmente, aspectos afetivos e sociais envolvidos nesse problema têm sido negligenciados em decorrência da ênfase no aspecto cognitivo do ensino-aprendizagem.

VII. Discussão e conclusões

Os resultados do confronto entre os problemas da prática pedagógica do professor e a caracterização do ensino e da aprendizagem de Física apontam para uma assimetria pois não há uma correspondência plena entre os problemas levantados e as subtemáticas analisadas. Isso mostra que teoria e prática se desencontram. Foi possível identificar apenas um encontro total entre os problemas e a pesquisa: a contextualização do conteúdo de Física.

A problemática da contextualização do conteúdo de Física é claramente influenciada pela reforma curricular oficial, que, em alguns trabalhos, desempenha o papel de referencial teórico. Percebe-se, de um modo geral, a aceitação acrítica dos PCN, tanto por parte dos professores como por parte dos pesquisadores, e a falta de reflexão teórica sobre o significado e o papel da contextualização no processo de ensino-aprendizagem de Física.

A diferença entre a perspectiva do professor e a do pesquisador caracterizou os encontros relativos. Mesmo quando o problema para ensinar Física, enfrentado pelo professor, é contemplado na pesquisa, os aspectos investigados e os objetivos não vão ao encontro das preocupações do professor e as condições concretas do trabalho docente na escola pública não são levadas em consideração.

É interessante observar que o contato do professor com as inúmeras propostas de recursos didáticos e metodologias inovadoras (exemplos de subtemáticas que representam encontros relativos) poderia ser um passo importante para melhorar sua prática, entretanto, esse contato não é suficiente, dada a desconsideração do contexto escolar e das condições de trabalho dos professores nas pesquisas.

O desencontro total está relacionado à avaliação, ao vestibular e às características dos alunos. As condições sócio-econômicas e formativas dos alunos, às quais os professores atribuem muitos dos seus problemas, não são consideradas objetos de estudo dos pesquisadores. A atitude do aluno e a disciplina em sala de aula também não são pesquisadas.

Na área de avaliação, a pesquisa também vem deixando de fora, nos últimos anos, a séria questão do vestibular⁸. Essa ausência é fonte de muitos desencontros. Como não encarar a barreira que o vestibular representa já que exige um ensino de Física que abranja uma quantidade exaustiva de conteúdos determinados pelo currículo de Física e que não deixa espaço para os resultados da pesquisa?

Dados os resultados desse trabalho, um caminho para superar os desencontros seria intensificar a parceria entre pesquisadores e professores de Física de nível médio e delinear uma nova agenda para a pesquisa, o que significaria conceber a pesquisa em ensino de Física como ciência humana aplicada (DELIZOICOV, 2004). Essa integração entre a universidade e o conhecimento dos professores pode romper com a linha divisória existente entre pesquisadores acadêmicos e professores (ZEICHNER, 1998), o que geraria também novos rumos para a formação inicial e continuada do professor de Física.

Entretanto, a difícil generalização dos resultados da pesquisa educacional para diferentes contextos de aplicação (DELIZOIKOV, 2004) torna precário seu impacto, o que fragiliza sua dimensão de ciência humana aplicada. Por outro lado, é preciso encarar como complexa e, portanto, não reducionista e linear, a relação entre os fenômenos educacionais e a formulação dos problemas a serem pesquisados. Nesse sentido, a configuração dessa área, tida como de pesquisa básica, acarreta novos desafios visto que não se conhecem suas características nem a implicação de seus resultados para o contexto de nossos alunos, professores e escolas (DELIZOIKOV, 2004).

Referências

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1994.

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Parte I - Bases Legais**. Brasília, 1998.

CACHAPUZ, A. F. Investigação em didáctica das ciências em Portugal – um balanço crítico. In: PIMENTA, S.G. (Org.) **Didática e formação de professores: percursos e perspectivas no Brasil e em Portugal**. São Paulo: Cortez Editora, 2000.

DELIZOICOV, D. Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 2, p. 145-175, 2004.

⁸ Para se discutir hoje o problema do ingresso ao ensino superior, é necessário considerar o ENEM como novo componente deste processo. Presume-se que este exame não tenha sido considerado pelos professores entrevistados na medida em que sua presença no sistema educacional ainda não se configurasse como tão relevante naquele momento.

JENKINS, E. W. Research in Science Education: Time for a Health Check? **Studies in Science Education**, v. 35, p. 1-25, 2000.

JONASSEN, D. Instructional design models for well-structured and ill-instructed problem solving learning outcomes. **Educational Technology Research & Development**, v. 45, n.1, p. 65-94, 1997.

MILLAR, R.; HAMES, V. Improving the research-practice interface: The impact of research-informed teaching materials on science teachers' practices. In: ANNUAL MEETING OF THE NATIONAL ASSOCIATION FOR RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, 2003, Philadelphia. **Proceedings...**

PORLÁN, R.; RIVERO, A. **El conocimiento de los profesores - Una propuesta formativa en el área de ciencias**. Sevilla: Diada Editora, 1998.

RATCLIFFE, M.; BARTHOLOMEW, H.; HAMES, V.; HIND, A.; LEACH, J.; MILLAR, R.; OSBORNE, J. Understanding the researcher-user interface. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE BRITISH EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION (BERA), 2001, University of Leeds. **Proceedings...**

REZENDE, F.; LOPES, A.; EGG, J. Identificação de problemas do currículo, do ensino e da aprendizagem de Física e de Matemática a partir do discurso de professores. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 2, p. 185-196, 2004.

TABER, K. Should physics teaching be a research-based activity? **Physics Education**, v. 35, n. 3, p. 163-168, 2000.

ZEICHNER, K. M. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (Orgs.) **Cartografias do trabalho docente**. Campinas: Mercado de Letras, 1998.